

Pochodne LSD. Obecny status prawny, analiza widma MS i próba interpretacji rozpadu dróg fragmentacyjnych

asp. Wojciech Kotowski¹*

¹ Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Stołecznej Policji, wojciech.kotowski@ksp.policja.gov.pl

Streszczenie

W niniejszym artykule został przedstawiony rys historyczny wraz z ogólną charakterystyką dietyloamidu kwasu lizergowego (LSD). Uwzględniono również coraz popularniejsze nowe pochodne LSD. Przedstawiono zmieniający się wraz z upływem czasu ich status prawny, następnie dokonano próby interpretacji widma masowego, analizując ścieżki fragmentacji cząsteczki na przykładzie 1P-LSD. Zwrócono uwagę na sposób przygotowania próbek, a także odpowiednio dobrane warunki chromatograficzne.

Słowa kluczowe: LSD, fragmentacja, widmo masowe, GC-MS, halucynogeny, NPS

Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie wybranych nowych pochodnych LSD, obserwacja podobieństw oraz różnic w uzyskanych widmach masowych, co jest bezpośrednio powiązane z budową strukturalną tych substancji. Zwrócono uwagę na analizę warunków chromatograficznych, w tym dobór rozpuszczalnika przy zastosowaniu metody chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem masowym (GC-MS).

Wstęp

Strukturalnie LSD wywodzi się od kwasu lizergowego (alkaloid tetracykliczny), zawierającego w swojej budowie szkielet ergoliny. Pochodne tego alkaloidu, obecne m.in. w sporyszu – grzybie bulawinki czerwonej, pasowały na zbożach, w przeszłości wywołując epidemie. Objawy zatrucia obejmują np. zaburzenia psychiczne oraz bolesne skurcze naczyń prowadzące do martwicy, w średniowieczu ten zespół chorobowy nazwano ogniem św. Antoniego (Mirowska-Guzel, Rang (red.), 2014). Jeszcze wcześniej, bo w 370 roku p.n.e., Hipokrates przedstawił opis zarazy kukurydzy, a następnie opisał sporysz i zwrócił uwagę na jego zastosowanie do zatrzymania krwotoku poporodowego (Schiff, 2006). Tak więc sporysz od bardzo dawna był przedmiotem badań pod kątem oceny właściwości farmakologicznych. Wzmianki o psychoaktywnym działaniu pochodnych kwasu lizergowego pochodzą również z okresu renesansu. W XVI wieku hiszpański pionier etnografii i misjonarz, wykonujący swą posługę wśród Azteków, Bernardino de Sahagun opisał, że surowcem używką o nazwie ololiuqui były ziarna pochodzące z roślin *Ipomoea violacea* i *Rivea corymbosa*. Kruszone i spożywane w postaci proszku odpowiadały za euforię, obłąd i wizje, co było ważnym punktem ówczesnych ceremonii religijnych (Rostkowska-Nadolska

& Machoń, 2009). Dopiero kilkadziesiąt lat później, na początku drugiej połowy XX wieku w wyniku przeprowadzonych badań dowiedziono, że za efektem halucynogennym ziaren stoi amid LSA oraz hydroksyetyloamid kwasu lizergowego (Rostkowska Nadolska & Machoń, 2009). Odkrycie to miało ścisłe powiązanie z wydarzeniami z 1938 roku, kiedy to w laboratorium chemicznym w Bazylei, w siedzibie jednej z firm farmaceutycznych, chemik Albert Hofmann po raz pierwszy na drodze syntezy chemicznej otrzymał LSD, a dokładniej LSD-25, gdzie liczba 25 oznaczała dwudziestą piątą zsyntetyzowaną substancję z serii pochodnych kwasu lizergowego w tamtym okresie. Niedługo później chemik podzielił się swoimi spostrzeżeniami oraz reakcjami po przyjęciu LSD, wydając książkę *LSD moje trudne dziecko*. W latach późniejszych tropem A. Hofmanna, chcąc opisać znany z własnego doświadczenia stan bycia pod wpływem psychodelików, poszli Ernst Junger (autor książki *Przybliżenie. Narkotyki i upojenie*) oraz Alexander Shulgin, który wraz ze swoją małżonką Ann wydał *TIHKAL* – książkę prezentującą badania nad substancjami psychoaktywnymi z grupy tryptamin. Nie było już wątpliwości, że uzyskany LSD to środek o silnych właściwościach halucynogennych.

Obecny status prawny

Analizując dane statystyczne kontrolowanych środków obecnych na rynku narkotykowym w Polsce, można wnioskować, że LSD oraz jego pochodne ustępują popularnością np. zielu konopi innych niż włókniste (tzw. marihuanie), amfetaminie, kokainie czy MDMA. Inną różnicą jest sama postać substancji, gdyż najpopularniejsze narkotyki mają dostrzegalny kształt: są to fragmenty roślinne, substancje zbrylone, sypkie, tabletki. W przypadku LSD oraz jego pochodnych substancja aktywna najczęściej wstrzykiwana jest w papier

wydzielony perforacją stanowiący nośnik substancji (tzw. blottery, bibułki) i w takiej postaci dalej rozprowadzana na rynku. LSD jest łatwy do przyjęcia doustnego, bezbarwny, bezwonny i bez smaku, typowa „uliczna dawka” waha się od 10-300 µg (Szukalski, 1998), zaś standardowa dawka wywołująca zmianę stanu świadomości oscyluje w okolicy 75-150 µg (Passie i in., 2008). Dla porównania jednorazowe dawki wywołujące u ludzi stan euforii zawierają się w przedziale 20-40 mg (amfetamina) (Zajączkowski i in., 2011) czy 75-200 mg (MDMA) (Kubica & Gąsiorowski, 2012).

Najpopularniejszym badanym związkiem obecnym w blotterach był LSD (substancja kontrolowana znajdująca się w załącznikach do Ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii z dn. 29 lipca 2005 roku, zakwalifikowana do grupy I-P, a więc substancja pozbawiona istotnych wskazań w medycynie). Do syntetycznych związków halucynogennych dołączyły w ostatnim czasie nowe pochodne LSD, takie jak: 1P-LSD, ALD-52, ETH-LAD czy AL-LAD. Podobnie jak LSD, stanowią przedmiot obrotu na nielegalnym rynku i występują w postaci blotterów.

Biegli Sekcji Chemii LK KSP w latach 2018-2021 wykonali kilkadziesiąt ekspertyz, gdzie przedmiotem badań oprócz wspomnianego LSD były również jego pochodne. Status prawny pochodnych LSD był ściśle związany z postępującymi procesami legislacyjnymi wobec nowych substancji psychoaktywnych. Pierwsze oficjalnie raportowane informacje o wzmożonym na rynku narkotykowym w Polsce „ruchu” pochodnych LSD określa się na dzień 20 lutego 2019 roku, wtedy to Główny Inspektorat Sanitarny w drodze uchwały zarekomendował umieszczenie ETH-LAD oraz ALD-52 w wykazie nowych substancji psychoaktywnych^{1,2}. Dodanie tych substancji do listy nowych substancji psychoaktywnych było możliwe dzięki nowelizacji Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie wykazu substancji psychotropowych, środków odurzających oraz nowych substancji psychoaktywnych, która nastąpiła 21 sierpnia 2019 roku. W skutek kolejnych nowelizacji wspomnianego Rozporządzenia (11 marca 2021 r. oraz 27 stycznia 2022 r.) inne pochodne LSD, tj. 1P-LSD, AL-LAD oraz 1cP-LSD, zmieniły swój status i stały się nowymi substancjami psychoaktywnymi. Ponadto nowelizacja z dnia 11 marca 2021 r. okazała się być kluczowa w kontekście penalizacji nowych pochodnych LSD. Wprowadzono zmiany w załączniku nr 3 do rozporządzenia „Wykaz Nowych Substancji Psychoaktywnych”, dodano pkt 7 określający „pochodne tryptaminy” jako „grupa VI – NPS”. W praktyce

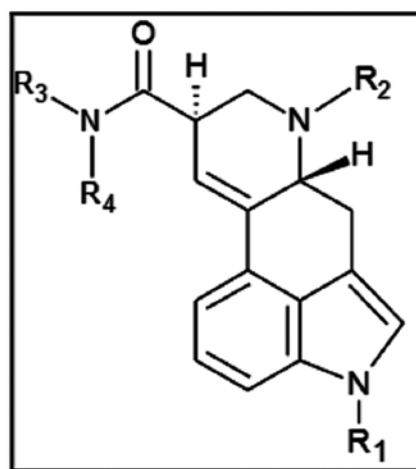
¹ Uchwała nr 3/2019 Zespołu do spraw oceny ryzyka zagrożeń dla zdrowia lub życia ludzi związanych z używaniem nowych substancji psychoaktywnych z dnia 20 lutego 2019 r. Główny Inspektorat Sanitarny.

² Uchwała nr 4/2019 Zespołu do spraw oceny ryzyka zagrożeń dla zdrowia lub życia ludzi związanych z używaniem nowych substancji psychoaktywnych z dnia 20 lutego 2019 r. Główny Inspektorat Sanitarny.

oznacza to, iż nową substancją psychoaktywną staje się każdy związek pochodzący od delta-9,10-ergolenu zawierający w swojej budowie odpowiednią strukturę (ryc. 1), przy spełnieniu pewnych założeń, jak np. masa cząsteczkowa nieprzekraczająca 500 u czy odpowiednio dobrane podstawniki R1-R4. W myśl znowelizowanych przepisów, ustawodawca określił, że:

- „podstawnikiem R1 może być atom wodoru lub grupa: alkilowa (do C3), alkilokarbonylowa (do C4),
- podstawnikiem R2 może być atom wodoru lub grupa: alkilowa (do C4), alilowa lub prop-2-in-1-yłowa, zaś
- podstawnikami R3 i R4 mogą być atomy wodoru lub grupy: alkilowa (do C5), cyklopropyłowa, alilowa, 1-hydroksyalkilowa (do C2).

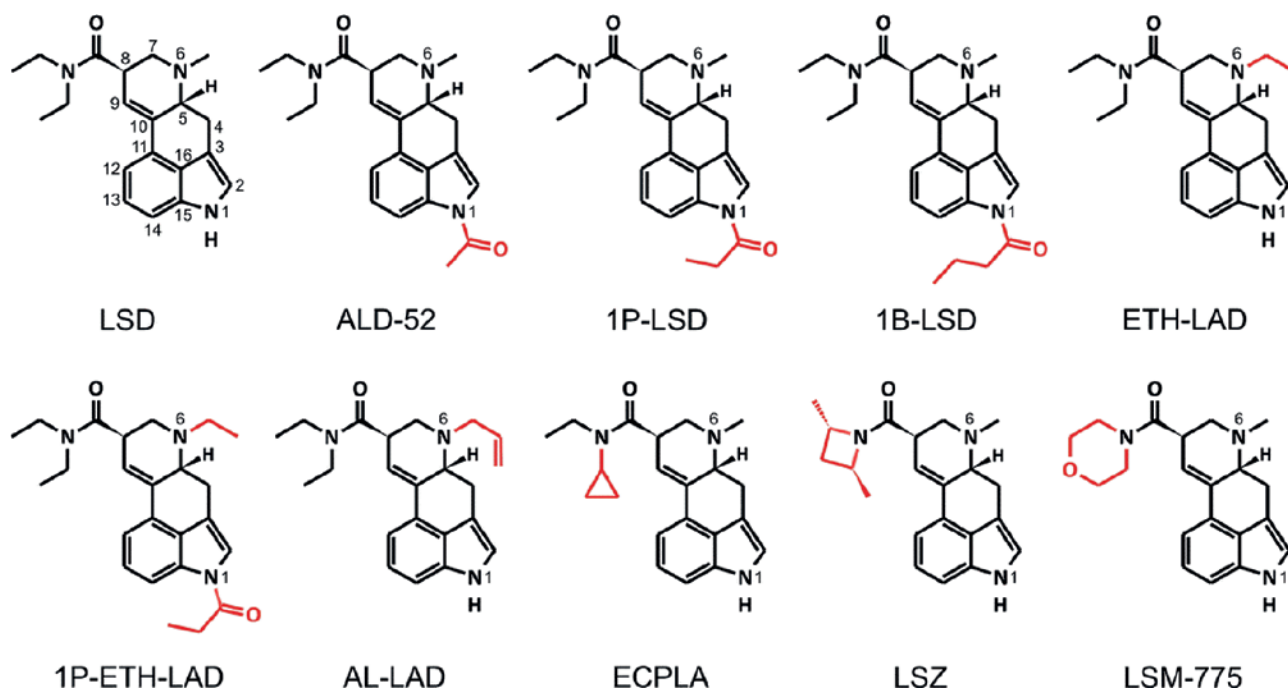
Ponadto amidowy atom azotu może być częścią układu pierścieniowego: morfolinowego, piperolidynowego lub dimetyloazetydynowego”.



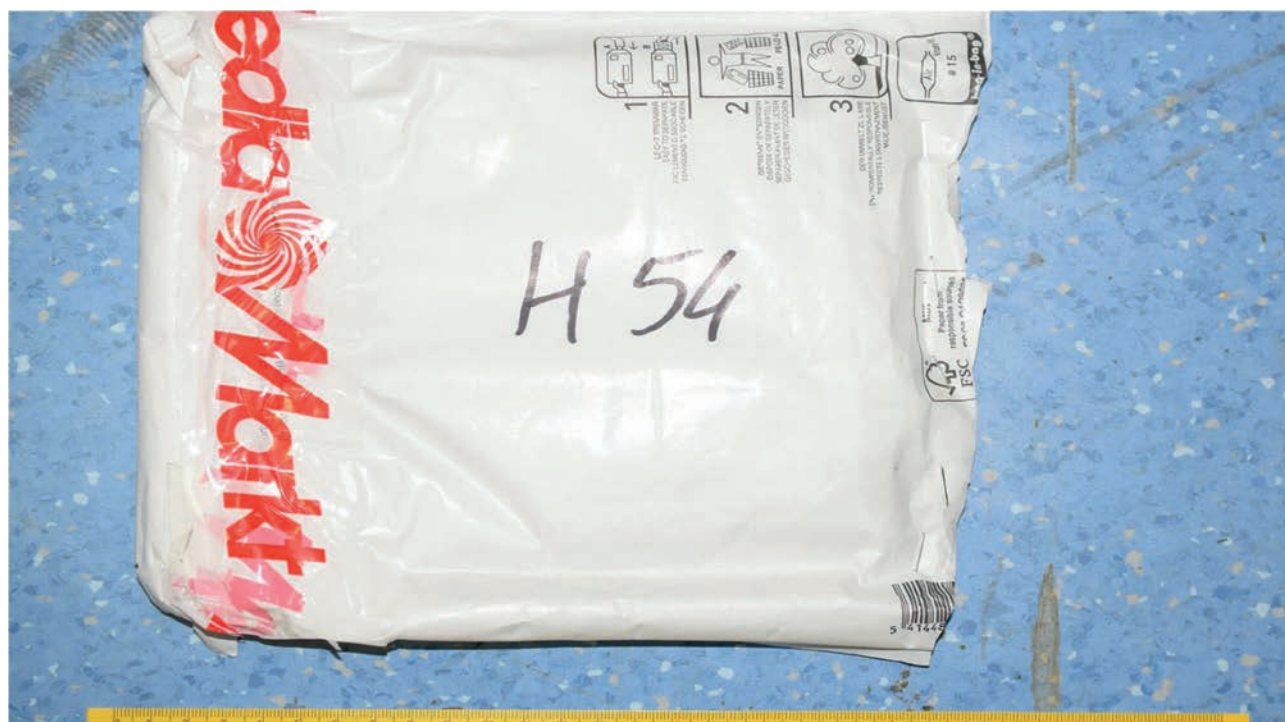
Ryc. 1. Struktura zawierająca delta-9,10-ergolen

Poniżej przedstawiono wzory strukturalne LSD oraz 9 przykładowych pochodnych (ryc. 2). Nie licząc zdefiniowanych już przepisami Ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii: LSD (substancja psychotropowa grupy I-P), 1P-LSD, ALD-52, ETH-LAD oraz AL-LAD (nowe substancje psychoaktywne widniejące w wykazie NPS), każdy z przedstawionych poniżej pięciu związków spełnia definicję nowej substancji psychoaktywnej. Wszystkie przedstawione związki zawierają szkielet pochodzący od delta-9,10-ergolenu. Dodatkowo zaś:

- 1B-LSD posiada podstawnik R1, którym jest grupa alkilokarbonyłowa (butyryłowa); R2, R3 oraz R4 stanowią grupy alkilowe;
- 1P-ETH-LAD posiada podstawnik R1, którym jest grupa alkilokarbonyłowa (propionylowa); R2, R3 oraz R4 stanowią grupy alkilowe;
- ECPLA- posiada podstawnik R4, którym jest grupa cyklopropyłowa, R1 jest atomem wodoru; R2, R3 stanowią grupy alkilowe;



Ryc. 2. Wzór strukturalny LSD oraz wybranych pochodnych



Ryc. 3. Przykładowa koperta-przesyłka kurierska – widok zewnętrzny



Ryc. 4. Przykładowa koperta-przesyłka kurierska – zawartość wewnątrz

- LSZ- posiada amidowy atom azotu, który jest częścią pierścieniowego układu dimetyloazetydynowego; R1 jest atomem wodoru, R2 stanowi grupę alkilową;
- LSM-775- posiada amidowy atom azotu, który jest częścią pierścieniowego układu morfolinowego; R1 jest atomem wodoru, R2 stanowi grupę alkilową.

Pochodne LSD jako materiał dowodowy

W drugiej połowie 2018 roku do LK KSP wpłynął materiał dowodowy do sprawy realizowanej przez Wydział dw. z Przesłuchanościami Narkotykową KSP dotyczącej posiadania oraz próby wprowadzenia do obrotu nowych substancji psychoaktywnych, tzw. dopalaczy. Materiał ten zapakowany był do tzw. kopert bezpiecznych pocztowych, które nie różniły się niczym nadzwyczajnym od zwykłych przesyłek kurierskich (ryc. 3, 4).

W toku prowadzonych czynności analitycznych okazało się, że przedmiotowy materiał dowodowy (w liczbie blisko 400 śladów) stanowiły nowe substancje psychoaktywne, związki, które należało uznać za środki zastępcze, oraz w mniejszej ilości substancje psychotropowe. Na uwagę zasługuje data zabezpieczenia materiału dowodowego, tj. 17 lipca 2018 roku. Zważywszy na fakt, że nieco później nastąpiła nowelizacja Ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii (w brzmieniu obowiązującym od 21 sierpnia 2018 roku), można domniemywać, że czynności operacyjne oraz dochodzeniowo-śledcze zbiegły się w czasie z wyprzedzają substancji, które łąda chwila z towaru

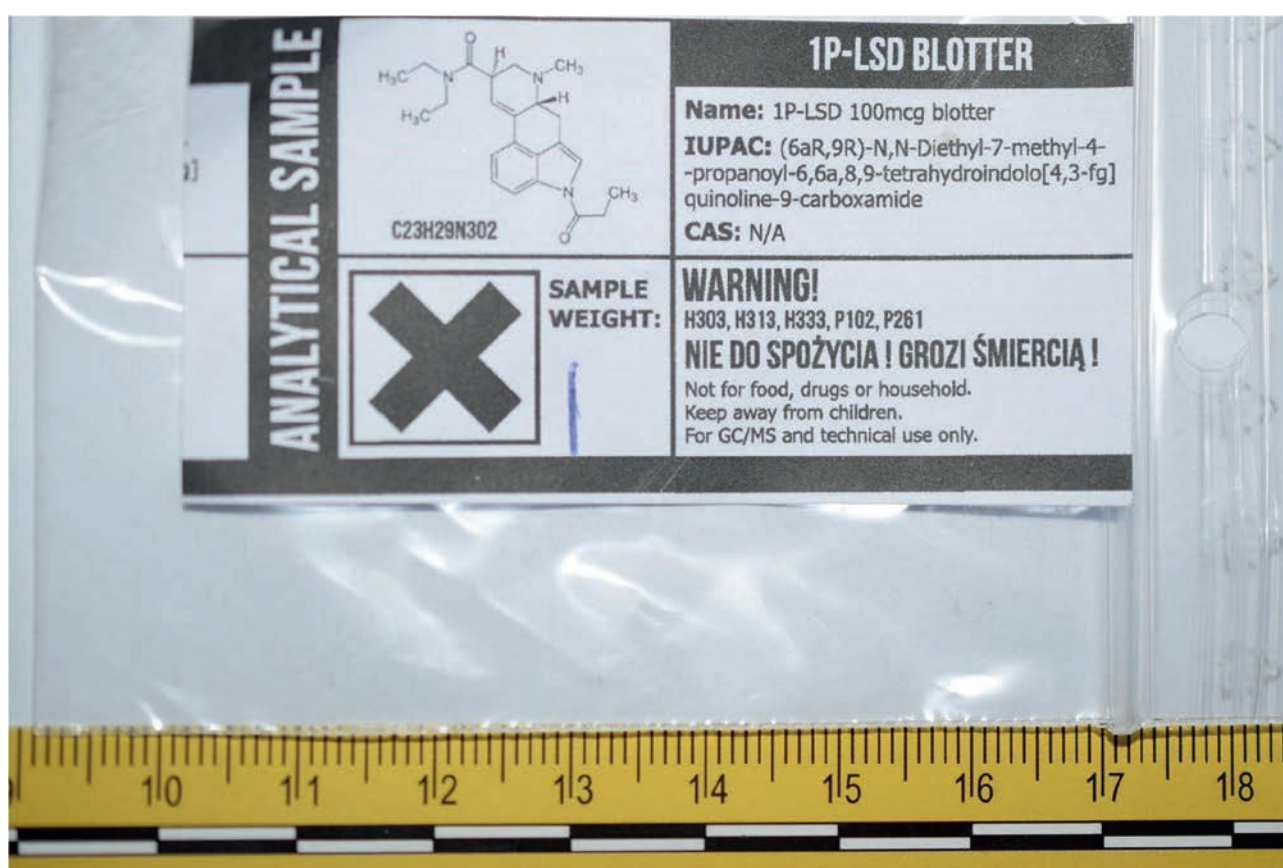
niekontrolowanego miały stać się towarem kontrolowanym. Materiał dowodowy występował w postaci głównie proszków, substancji sypkich, krystalicznych oraz zbrylonych. Natrafiono także na postać tabletek oraz blotterów, tzw. papierków (ryc. 5, 6).

Zastosowana aparatura i warunki pomiaru

Analizę chemiczną blotterów prowadzono w warunkach chromatografii gazowej, sprzężonej ze spektrometrem masowym GC-MS firmy Shimadzu wyposażonym w kolumnę SemiVolatiles, o długości ok. 30 m i średnicy wewnętrznej 0,25 mm, z filmem o grubości 0,25 μm . Użyto następującej metody pomiaru:

- program temperaturowy: 100°C-1,00 min; 100°C ÷ 290°C x 20°/min-10,00 min; 290°C-27,00 min;
- temperatura komory nastrzykowej: 250°C;
- nastrzyk: 1 μl ;
- typ nastrzyku: split 20:1;
- detektor: MS;
- temperatura detektora: 230°C;
- zakres mas: 40-500 m/z;
- gaz nośny: hel.

Próbki analizowano w postaci ekstraktów metalowych oraz acetonitrylowych. Wykonane badania wykluczyły obecność LSD w zabezpieczonych blotterach. W wyniku przeprowadzonych czynności, w zabezpieczonym materiale dowodowym, który stanowiły „papierki”, stwierdzono obecność pochodnych LSD, takich jak: ETH-LAD, AL-LAD, ALD-52 oraz 1P-LSD. Każda z pochodnych nieznacznie różniła się czasem

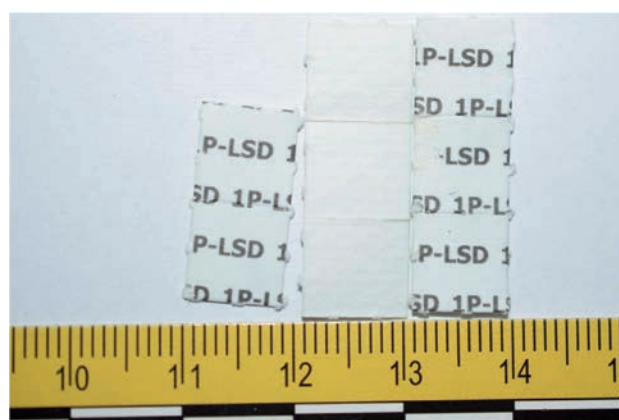


Ryc. 5. Opakowanie foliowe zawierające blottery – na uwagę zasługuje profesjonalna etykieta obrazująca opis substancji wraz ze wzorem strukturalnym

retencji (odpowiednio: 18,33 min, 19,83 min, 22,42 min, 24,58 min), miała też inne widmo masowe, jednakże „trzon” widma masowego (w postaci jonów o wysokiej intensywności) pozostawał identyczny dla wszystkich analizowanych pochodnych, zaś nieznaczne różnice zaobserwowano jedynie w pewnym jego obszarze. 1P-LSD sklasyfikowano kategorycznie w oparciu o czas retencji oraz widmo masowe (LK KSP dysponowało substancją odniesienia tej substancji). W przypadku pozostałych substancji, tj. ETH-LAD, ALD-52 oraz AL-LAD, bazowano wyłącznie na widmach masowych, które dopasowano do widm pochodzących z bibliotek (NIST oraz SWGDRUGS), zintegrowanych z programem analizy. Analizując widma masowe tych pochodnych, dostrzeżono, iż pewien ich obszar jest taki sam. Dokonano próby interpretacji widm masowych powstałych w wyniku rozpadu cząsteczek w MS na przykładzie wybranej pochodnej, tj. 1P-LSD.

Interpretacja ścieżek rozpadu widm masowych wybranych pochodnych LSD

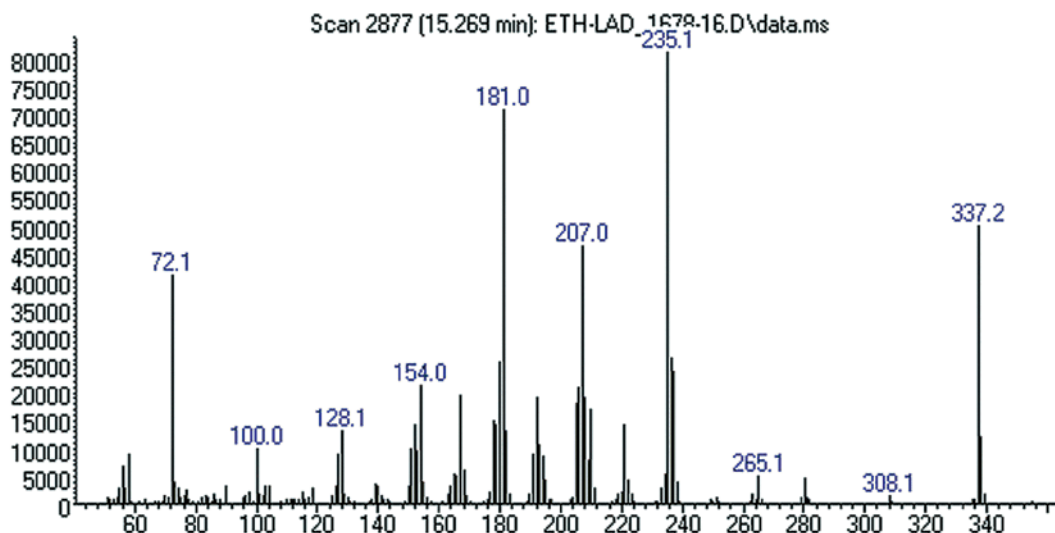
Monitorując popularne strony oraz fora internetowe z kręgu tzw. „dark netu” zajmujące się dystrybucją nowych narkotyków, można odnieść wrażenie, że coraz większą popularność zyskują nowe pochodne LSD, takie jak: 1P-LSD, ETH-LAD czy ALD-52. Związki



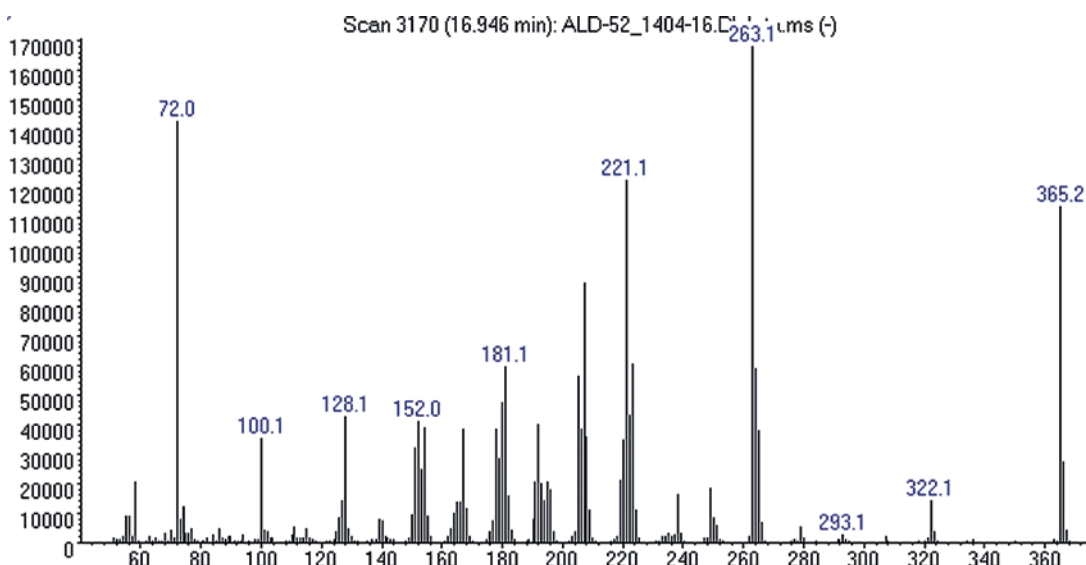
Ryc. 6. Przykładowe blottery z widoczną perforacją

opisane w niniejszej publikacji to strukturalnie spokrewnione z LSD pochodne powstałe poprzez dobudowanie odpowiednich grup funkcyjnych do „macierzy” (jąką jest LSD), co skutkuje inną masą cząsteczkową związku.

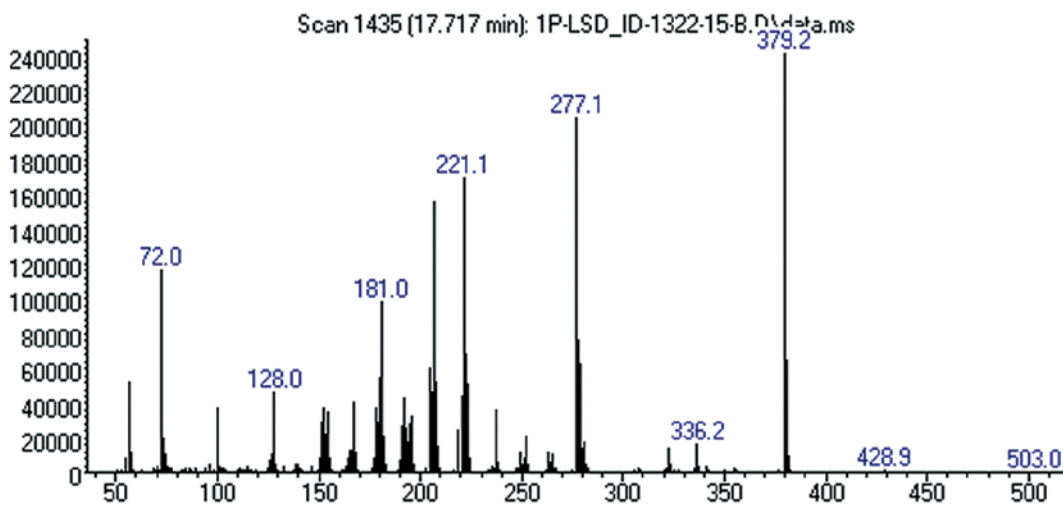
Jak wynika z zamieszczonych powyżej widm masowych dla ALD-52, 1P-LSD, ETH LAD, jony o m/z 72, 100, 154, 181 oraz 221 występują każdorazowo



Ryc. 7. Widmo masowe ETH-LAD

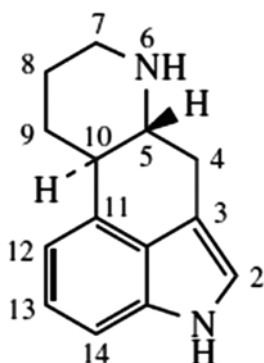


Ryc. 8. Widmo masowe ALD-52



Ryc. 9. Widmo masowe 1P-LSD

w analizowanych widmach. Można zatem przypuścić, iż jony te dotyczą fragmentacji struktury takiej jak np. ergolina (ryc. 10), która jest składową LSD jak również jego pochodnych, choć zdecydowana większość naturalnie występujących ergolin ma dodatkowe wiązanie podwójne w pozycji 8,9 (delta 8,9-ergolen) lub w pozycji 9,10 (delta 9,10-ergolen).



Ryc. 10. Wzór strukturalny ergoliny

Pozostałe wartości m/z niepowtarzające się w analizowanych widmach należy zaś przypisać do struktur dobudowanych do trzonu, różniących się np. obecnością dodatkowej grupy metylowej, co prawdopodobnie ma miejsce w przypadku 1P-LSD oraz 1B-LSD, (379, 393) (ryc. 9, 11).

Interpretację widma masowego 1P-LSD rozpoczęto od analizy struktury wiązania amidowego i połączonych z nim dwóch grup etylowych. Obecność w widmie jonu iminiowego (m/z 72) oraz fragmentu posiadającego

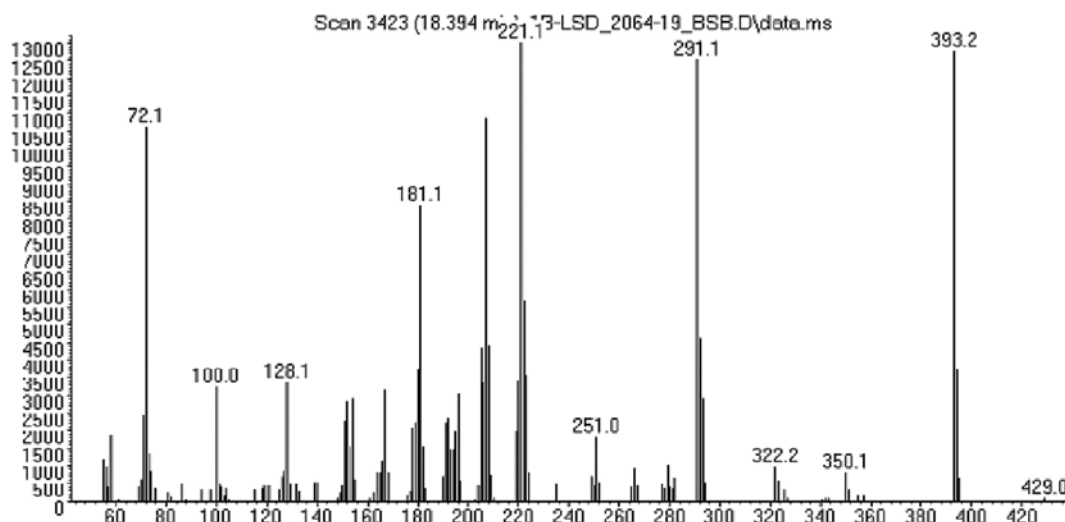
atom tlenu obdarzonego ładunkiem dodatnim (m/z 100) można wytłumaczyć, zakładając fragmentację w oparciu o rozszczepienie alfa (procesowi temu ulegają związki zawierające grupy karbonylowe, m.in. amidy). [A] (ryc. 12).

Obecność jonu 336 można przypisać procesom związanym z reakcją retro-Dielsa-Aldera, która jest charakterystyczna dla struktury posiadającej pierścień cykloheksenowy. W przypadku fragmentacji 1P-LSD dochodzi do utraty N-metyloetminy ($\text{CH}_2=\text{N}-\text{CH}_3$) [B1].

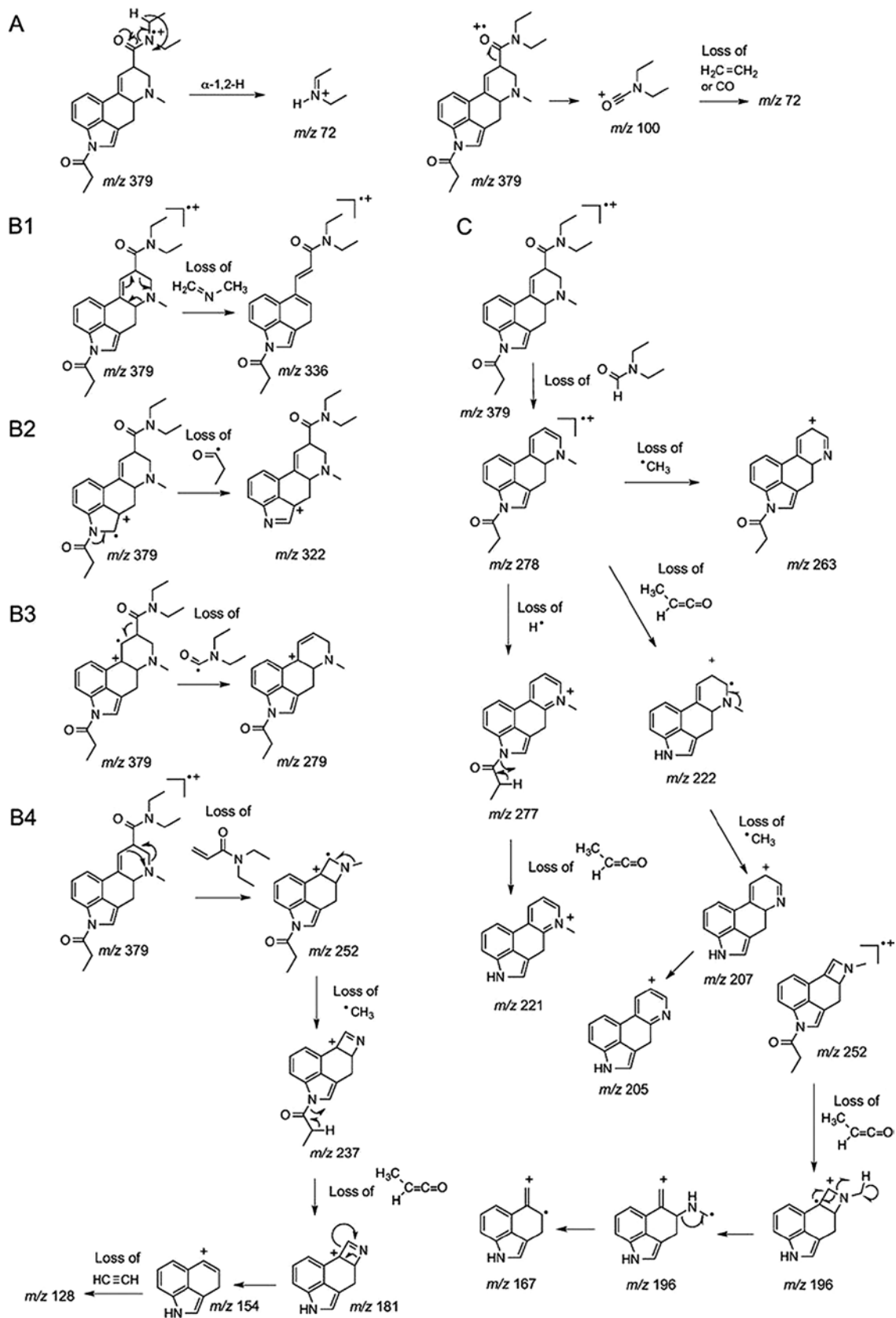
Podstawową różnicą w strukturze LSD oraz 1P-LSD jest obecność grupy propionylowej dołączonej do azotu wchodzącego w skład indolu. Jon molekularny, którego wartość bezpośrednio obrazuje masę cząsteczki (stosując jonizację elektronową), obecny w LSD daje obraz jonu m/z 323, podczas gdy 1P-LSD – jonu m/z 379. Różnica ta (m/z 56) przypada na masę cząsteczkową dołączonej grupy propionylowej, której „odłączenie” można zaobserwować i powiązać z obecnością jonu 322 [B2].

Z kolei pojawienie się w widmie masowym jonu m/z 278 prawdopodobnie jest powiązane z odłączeniem się grupy N,N-dietylformamidowej. Dalsza fragmentacja tej pozostałości może dać sygnał przy m/z 263, a to może oznaczać brak grupy metylowej [B3, C].

Inną prawdopodobną drogą fragmentacji jest utrata N,N-dietylakrylamidu. Do tego procesu można przypisać obecność jonu m/z 252. Powstała w wyniku tego rozpadu struktura prawdopodobnie ulega dalszym procesom fragmentacyjnym, co może świadczyć o obecności jonów o m/z 237, 181, 154, 128, a także 196 oraz 167 [B4, C].



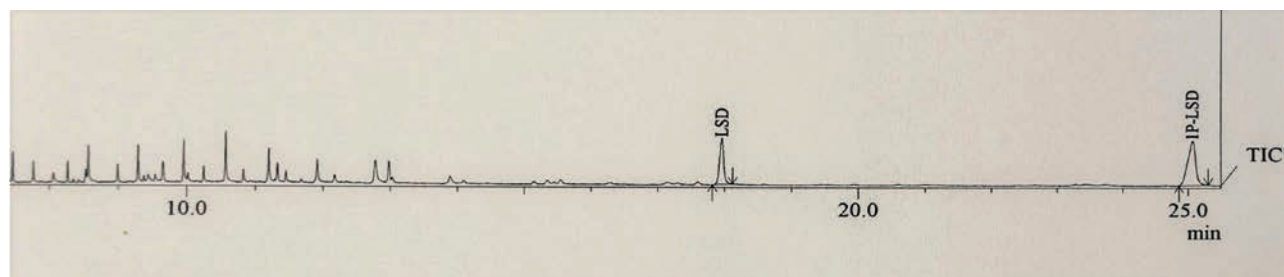
Ryc. 11. Widmo masowe 1B-LSD, jon molekularny 393



Ryc. 12. Prawdopodobne struktury uzyskane w wyniku fragmentacji w źródle EI

Uzyskane wyniki analizy z metanolem oraz acetonitrylem

Analizę chromatograficzną 1P-LSD przeprowadzono, ekstrahując badane blottery odrębnie w metanolu oraz w acetonitrylu. Pewnym ograniczeniem zastosowania alkoholu niskocząsteczkowego – w tym przypadku metanolu jest jego podatność na reakcję transestryfikacji, w wyniku czego może to doprowadzić do uzyskania wyniku fałszywie dodatniego w kierunku obecności LSD oraz 1P-LSD. Na potrzeby niniejszej publikacji przebadano doświadczalnie blottery zawierające 1P-LSD, wykorzystując metanol oraz acetonitryl (w postaci dwóch odrębnych ekstraktów). Mimo iż uzyskany obraz widma masowego oraz integracja poszukiwanego pików obecna na chromatogramie w skutek stosowania metanolu nie nastręcza problemów, to należy rozważyć przeprowadzenie ekstrakcji z acetonitrylem. Wyniki analizy ekstraktów metanолоwych wskazują na możliwość wystąpienia transestryfikacji w badanej próbce, co doprowadza do wyniku fałszywie dodatniego (obecność LSD oraz 1P-LSD).



Ryc. 13. Fragment chromatogramu przedstawiający wynik fałszywie dodatni – obecność LSD oraz spodziewane 1P-LSD

Integracja poszukiwanych pików (określenie czasów retencji) dla tak dobranych warunków analizy (opis powyżej) nastąpiła w okolicy 18-25 min również dla pozostałych przebadanych pochodnych.

Warte odnotowania jest to, że transestryfikacja prawdopodobnie następuje po dłuższej ekspozycji blottera na metanol jako rozpuszczalnik (wymagany jest czas, by proces transestryfikacji nastąpił), czego nie zaobserwowano przy zastosowaniu acetonitrylu.

Podsumowanie i wnioski

Do prawidłowej analizy widma masowego czy też prób określenia potencjalnych dróg fragmentacji kluczowy jest dobór jednolitej techniki jonizacji. Zarówno w toku wykonanych badań, jak i interpretacji widm pochodzących z bibliotek posiłkowano się jonizacją strumieniem elektronów (EI).

LSD wraz ze swoimi pochodnymi charakteryzuje się bardzo podobnymi widmami masowymi, a niektóre z nich, jak np. AL-LAD oraz ETH-LAD, posiadają wręcz identyczny obraz w pewnym jego obszarze.

Stwierdzono, że fragmentacja badanych substancji bezpośrednio związana jest z reakcją retro-Dielsa-Aldera, tj. rozpadem charakterystycznym dla

pochodnych LSD (obecność pierścienia cykloheksenu z sześcioma różnymi podstawnikami). Ponadto następuje spełnienie „reguły azotu”, gdzie LSD oraz zaprezentowane pochodne posiadają nieparzystą ilość atomów azotu (3), tym samym ich masy cząsteczkowe charakteryzują się liczbą nieparzystą, np. (LSD-323), ETH-LAD (337), AL-LAD (349), ALD-52 (365), 1P-LSD (379). Fragmentacja członu zawierającego grupę amidową z dwiema grupami etylowymi prawdopodobnie da widmu obecność jonu pomniejszonego o wartość 100 (102) od masy jonu molekularnego.

Zaobserwowano również, że w sposób analogiczny dochodzi do fragmentacji struktury pochodzącej od delta-9,10 ergolenu (będącej składową LSD oraz jego pochodnych). Analizując wzory strukturalne pochodnych LSD, stwierdzono, że zawierają one grupy, np. metylowe, etylowe, allilowe, propionylowe, butyrylowe, które są dobudowywane (jako szereg homologiczny) do N-1 (azotu indolowego) oraz N-6. Przy interpretacji widma masowego w pewnym jego fragmencie obserwowano różnice w m/z o 12, 14

(co bezpośrednio przekłada się też na wartości m/z odpowiadające jonom molekularnym).

Na uwagę zasługują ponadto warunki analizy tzw. blotterów, takie jak: split, zateżenie próbki (stosunkowo mała ilość rozpuszczalnika do powierzchni pojedynczego blottera), w przypadku pracy z metanolem wykonanie badania bez zbędnej zwłoki (potencjalne zagrożenie procesem transestryfikacji). Warto nadmienić, by w przypadku badania próbki odpowiednio niezateżonej (czego efektem może być np. słabo widoczny lub karłowaty pik – o kształcie trudnym do pomyślnej integracji) dokonać analizy szumów lub monitorować wybrane jony (tryb SIM).

Źródła rycin:

Ryc. 1-6, 10, 13: autor

Ryc. 12: Brandt, S.D, Kavanagh, P.V, Westphal, F., Stratford, A., Elliott, S.E, Hoang, K., Wallach, J., Halberstadt, A.L. (2016).

Ryc. 7-9, 11: <https://www.policija.si/eng/about-the-police/organization/general-police-directorate/national-forensic-laboratory/project-response>

Bibliografia

1. Mirowska-Guzel, D., Rang, H.P.(red.). (2014). *Farmakologia Rang i Dale*. Edra Urban & Partner.
2. Schiff, P.L. Jr. (2006). Ergot and Its Alkaloids (2006). *American Journal of Pharmaceutical Education*, 70(5): 98. <http://doi.org/10.5688/aj700598>.
3. Rostkowska-Nadolska, B., Machoń, Z. (2009). Halucynogeny Część I – Halucynogeny pochodzenia naturalnego. *Farmacja Polska*, 65(2).
4. Szukalski, B. (1998). Środki halucynogenne. *Alkoholizm i Narkomania*, 2(31).
5. Passie, T., Halpern, J.H., Stichtenoth, D.O., Emrich, H.M, Hintzen, A. (2008). The Pharmacology of Lysergic Acid Diethylamide: A Review. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 14(4):295-314. <http://doi.org/10.1111/j.1755-5949.2008.00059.x>.
6. Zajączkowski, M., Zajączkowski, S., Grzybiak, M. (2011). Amfetamina lek czy narkotyk? *Annales Academiae Medicae Gedanensis*, 41, 109-114.
7. Kubica, M., Gąsiorowski, J. (2012). *Narkotyki – charakterystyka wybranych substancji*. Szkoła Policji w Katowicach.
8. Uchwała nr 3/2019 Zespołu do spraw oceny ryzyka zagrożeń dla zdrowia lub życia ludzi związanych z używaniem nowych substancji psychoaktywnych z dnia 20 lutego 2019 r. Główny Inspektorat Sanitarny.
9. Uchwała nr 4/2019 Zespołu do spraw oceny ryzyka zagrożeń dla zdrowia lub życia ludzi związanych z używaniem nowych substancji psychoaktywnych z dnia 20 lutego 2019 r. Główny Inspektorat Sanitarny.
10. Brandt, S.D, Kavanagh, P.V, Westphal, F., Stratford, A., Elliott, S.E, Hoang, K., Wallach, J., Halberstadt, A.L. (2016). Return of the lysergamides. Part I: Analytical and behavioural characterization of 1-propionyl-d-lysergic acid diethylamide (1P-LSD). *Drug Testing and Analysis*. 8(9):891-902. <http://doi.org/10.1002/dta.1884>.
11. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu substancji psychotropowych, środków odurzających oraz nowych substancji psychoaktywnych. Dz.U. z 2019 r., poz. 1745 z późn. zm.